

# USO DE FUNGICIDAS EN POSCOSECHA DE FRUTOS CÍTRICOS

LLUÍS PALOU, LABORATORI DE PATOLOGIA, CENTRE DE TECNOLOGIA POSTCOLLITA (CTP), INSTITUT VALENCIÀ D'INVESTIGACIONS AGRÀRIES (IVIA)

CLARA MONTESINOS-HERRERO, RESPONSABLE I+D, DEPARTAMENTO TÉCNICO, DECCO IBÉRICA POST-COSECHA SAU

*España es el primer exportador mundial de cítricos para el consumo en fresco y la Comunitat Valenciana es, con diferencia, la principal zona productora española. Aproximadamente el 80% de la producción española se destina a mercados de la Unión Europea (UE), aunque también hay otros destinos de exportación importantes como pueden ser los EE UU, especialmente para las mandarinas clementinas. En cualquier caso, las pérdidas económicas ocasionadas por las enfermedades de poscosecha constituyen uno de los principales problemas del sector español de los cítricos. La gran mayoría de estas enfermedades, conocidas comúnmente como podredumbres, están causadas por hongos patógenos y se controlan mediante tratamientos poscosecha en las centrales citrícolas con fungicidas químicos de síntesis. En el presente artículo se describen y caracterizan los fungicidas de poscosecha registrados actualmente en España y se analiza la problemática relacionada con su utilización a raíz de las exigencias de los principales mercados de destino y de los últimos cambios legislativos en la UE. Asimismo, se exploran posibles estrategias alternativas de control en un contexto de control integrado no contaminante de enfermedades de poscosecha (CINCEP) y se describen los principales tratamientos químicos alternativos que se están aplicando actualmente en España.*

A pesar de la actual crisis de precios ocasionada por las estrategias comerciales de las grandes cadenas de distribución europeas, que ha conllevado una disminución importante en los últimos años de la superficie plantada y de la producción de frutos cítricos, España sigue siendo el primer exportador mundial de cítricos para el consumo en fresco y la Comunitat Valenciana es, con diferencia, la principal zona productora española. Aproximadamente el 80% de la producción total se destina a mercados de la Unión Europea (UE), aunque también existen otros destinos

de exportación importantes como los EE UU, especialmente en el caso de las mandarinas clementinas.

Las pérdidas económicas ocasionadas por las enfermedades de poscosecha constituyen uno de los principales problemas del sector de los cítricos en España. La gran mayoría de los podridos parasitarios que se producen desde que los frutos son recolectados hasta que llegan al consumidor son debidos a hongos patógenos causantes de enfermedades conocidas habitualmente como podredumbres. Con independencia del mercado de destino, la epidemiología y la virulencia



extrema de los principales patógenos obliga a la aplicación en las centrales citrícolas de tratamientos antifúngicos de poscosecha para reducir la incidencia de estas enfermedades. Normalmente estos tratamientos se realizan con fungicidas químicos de síntesis, aunque debido a su problemática, a las estrictas exigencias de muchos mercados convencionales y al auge de nuevos mercados como el ecológico, cada día cobra mayor importancia el desarrollo de nuevos tratamientos antifúngicos alternativos en el contexto de estrategias de 'Control integrado no contaminante de enfermedades de poscosecha' (CINCEP).

### Principales enfermedades de poscosecha

En las condiciones ambientales españolas, con clima de tipo mediterráneo y veranos poco lluviosos, la incidencia de podredumbres es cuantitativamente menor que en zonas productoras más húmedas como Florida o Brasil, donde la mayor parte de la producción se destina a la industria de zumos. Mientras que allí las enfermedades más importantes son las causadas por infecciones de precosecha que permanecen latentes o inactivas en el fruto hasta después de la recolección, como son las podredumbres pedunculares causadas por los hongos *Lasiodiplodia theobroamae* (sinónimo: *Diplodia natalensis*) y *Phomopsis citri*, la antracnosis causada por *Colletotrichum gloeosporioides*, la podredumbre negra causada por *Alternaria citri*, la podredumbre gris causada por *Botrytis cinerea*, o la podredumbre marrón causada por *Phytophthora citrophthora*, aquí predominan las enfermedades producidas por patógenos de herida estrictos como *Penicillium digitatum* o *Penicillium italicum*, causantes respectivamente de las podredumbres verde y azul (Tuset, 1987; Smilanick et al., 2006). Otras podredumbres de herida que ocasionalmente pueden ser importantes son la amarga o ácida, causada por *Geotrichum citri-aurantii* y la podredumbre por Rhizopus causada por *Rhizopus stolonifer*. Aunque en nuestras condiciones climatológicas las infecciones latentes pueden causar pérdidas económicas importantes en campañas, zonas o huertos o condiciones de cultivo particulares, lo normal y generalizado es que la gran mayoría de los podridos de poscosecha sean debidos a las podredumbres verde y azul y, en segundo lugar, a la podredumbre amarga.



La infección del fruto por parte de *P. digitatum* o *P. italicum* tiene lugar a través de heridas o microheridas producidas en la corteza, o bien mientras los frutos permanecen maduros en el árbol, o bien durante la recolección y el posterior manejo de los mismos. La fuente de inóculo puede encontrarse en el campo, en la central citrícola o en cualquiera de los canales de distribución y venta de la fruta. Debe cosecharse en el período adecuado, con la madurez del fruto requerida, siempre con tiempo seco y de forma extremadamente cuidadosa, evitando golpes y heridas (Palou, 2014). Debido a la elevada incidencia general de las podredumbres verde y azul (en general más del 80% del total de pérdidas por podridos), su control efectivo constituye el eje básico de cualquier estrategia de control de enfermedades de poscosecha de cítricos.

Podredumbres verde (izquierda) y azul (derecha) causadas en naranja por los hongos *Penicillium digitatum* y *Penicillium italicum*.



Podredumbre amarga causada en mandarina por el hongo *Geotrichum citri-aurantii*.



Cuadro 1. Fungicidas autorizados en la UE para el tratamiento en poscosecha de cítricos. Incluidos en el Reglamento (CE) N° 540/2011 que aplica el Reglamento (CE) N° 1107/2009.

Fungicida	Inclusión	Caducidad	LMR (mg/kg)
Imazalil	01/01/2012	31/12/2021	5
Propiconazol	01/06/2004	31/01/2017	9 (naranja) 6 (mandarina, pomelo y limón)
Fosetil-AI	01/05/2007	30/04/2017	75
Ortofenilfenol	01/01/2010	31/12/2019	5
Procloraz	01/01/2012	07/12/2021	10
Pirimetanil	01/06/2007	30/04/2018	8
Metiltiofanato	01/03/2006	31/10/2017	6
Tiabendazol	01/01/2002	31/06/2017	5
Fludioxonil	01/11/2008	31/10/2019	10

Fungicidas utilizados actualmente en España

Los fungicidas autorizados para su uso en poscosecha de cítricos en España y en el resto de la UE vienen regulados por el Reglamento (CE) 1107/2009, que deroga la Directiva 91/414/CEE. Este Reglamento aumenta el nivel de protección sanitaria y medioambiental, contribuye a una mayor protección de la producción agrícola, y amplía y consolida el mercado único de productos fitosanitarios. La autorización por parte del Reglamento de un producto fitosanitario conlleva realizar una estricta evaluación de riesgos, que acaba determinando que a la dosis utilizada el fitosanitario no supone un riesgo para el consumidor, y que su utilización correcta no perjudica el medio ambiente.

El Cuadro 1 refleja el estado actual de los fungicidas que se pueden aplicar y comercializar en la UE en poscosecha de cítricos, con los límites máximos de residuos en fruta (LMR) correspondientes. La aplicación de estos fungicidas en la central citrícola se realiza mayoritariamente como disolución acuosa de los mismos a las dosis autorizadas mediante el sistema de ducha (dréncher) tras la recepción de la fruta de campo o bien en balsas o duchas en la línea de confección. Además, los fungicidas ortofenilfenol (OPP), imazalil (IMZ) y tiabendazol (TBZ) se pueden aplicar en líneas de confección incorporados en ceras, recubriendo la fruta. En

este caso las ceras con fungicida se registran siguiendo el mismo procedimiento de estudios toxicológicos que el formulado para dréncher, de nuevo según el Reglamento (CE) 1107/2009. Algunas materias activas como el IMZ también pueden aplicarse en forma gaseosa mediante botes fumígenos. Las dosis empleadas varían según la forma de aplicación y se fijan en el proceso de registro tras rigurosos estudios de eficacia y siempre teniendo en cuenta la salud del consumidor y el medio ambiente.

En el Cuadro 2 se reflejan como ejemplo las dosis de aplicación en dréncher de algunos formulados de los fungicidas autorizados. No se contempla que en un futuro cercano se deje de renovar el registro de ninguno de los fungicidas presentes en la lista.

La lista de fungicidas autorizados en poscosecha de cítricos incluía hasta final de 2011 la guazatina, con un periodo de gracia de un año tras esta fecha. Este fungicida de amplio espectro se utilizaba comúnmente en las centrales citrícolas por su acción con más o menos eficacia contra muchos de los patógenos de poscosecha de cítricos importantes, entre ellos *G. citri-aurantii*, *P. digitatum*, *P. italicum*, *P. citri*, *A. citri*, *C. gloeosporoides* o *P. citrophthora* (Brown, 1988). Tras la retirada de la guazatina, la mayoría de las enfermedades poscosecha de cítricos todavía se podían controlar con un buen uso de los fungicidas que quedaban autorizados; sin embargo, no había ningún tratamiento que dejara

Cuadro 2. Ejemplos de formulados para dréncher con los fungicidas autorizados para su uso en poscosecha de cítricos.

Ejemplo de formulado para dréncher	Composición	Género fúngico controlado*	Dosis de uso
Deccoil S7.5	Sulfato imazalil 7,5%	<i>Penicillium</i> <i>Lasiodiplodia</i> <i>Phomopsis</i> <i>Alternaria</i>	0,5 - 0,6%
Melanite	Propiconazol 10%	<i>Geotrichum</i> <i>Penicillium</i>	0,6%
Deccofos	Fosetil-AI 45%	<i>Phytophthora</i>	0,5%
Decco OPP	Ortofenilfenol 10%	<i>Penicillium</i> <i>Rhizopus</i>	1 - 2%
Deccotrazil	Procloraz 40%	<i>Penicillium</i> <i>Alternaria</i> <i>Botrytis</i>	0,2%
Philabuster	Pirimetanil 20% Imazalil 20%	<i>Botrytis</i> <i>Colletotrichum</i> <i>Penicillium</i>	0,2 - 0,25%
Textar 60T	Tiabendazol 60%	<i>Penicillium</i> <i>Botrytis</i>	0,2 - 0,3%
Fruitgard M	Metiltiofanato 45%	<i>Penicillium</i> <i>Botrytis</i>	0,2 - 0,4%
Scholar 230 SC	Fludioxonil 23%	<i>Penicillium</i> <i>Botrytis</i> <i>Rhizopus</i> <i>Colletotrichum</i>	0,2 - 0,3%

\*Según la eficacia demostrada en ensayos oficiales presentados para la obtención del registro.



un residuo en la fruta que controlara adecuadamente la podredumbre amarga causada por *G. citri-aurantii*. Las alternativas utilizadas para intentar controlar la podredumbre amarga van desde el uso de OPP hasta la aplicación de desinfectantes de caldo de tratamiento a dosis muy altas. Sin embargo, el OPP tiene una acción insuficiente contra esta enfermedad y la dosis eficaz de control resulta generalmente fitotóxica. Por otro lado, la desinfección de los caldos afecta únicamente al inóculo fúngico presente en la superficie de la fruta y no deja un residuo efectivo contra el inóculo presente en el interior de heridas de la piel, por lo que no puede frenar el desarrollo de la podredumbre durante el almacenamiento y transporte (McKay et al., 2012). Con el registro de formulados comerciales que contienen el fungicida propiconazol, como por ejemplo Melanite, se introdujo una herramienta eficaz contra la podredumbre amarga, que además ha mostrado efectividad contra las podredumbres causadas por *Penicillium* spp. y *Rhizopus* spp. (McKay et al., 2012).

### **Problemática actual del sector exportador**

El sector exportador citrícola español viene cumpliendo las restricciones respecto al LMR desde su implantación. La fruta se analiza en destino y si se exceden los LMR los exportadores se enfrentan a reclamaciones, que pueden ir desde avisos o penalizaciones en precio o cantidad a suministrar hasta la devolución de la fruta exportada y la pérdida del cliente. Estos LMR fijados por las autoridades permiten que, si se hace un buen manejo de los fungicidas, la fruta tenga unos residuos suficientes de los mismos para protegerla frente a los patógenos de poscosecha durante toda su vida comercial. Sin embargo, en los últimos años una agresiva publicidad negativa de organizaciones ecologistas que clasificaba a los supermercados según los niveles de pesticidas analizados en su fruta, ha provocado que algunos supermercados teman encabezar estas listas y estén reclamando a sus proveedores niveles de residuos permitidos por debajo del 50 o incluso del 33% del LMR. Además, se limita también el número máximo de sustancias activas presentes en la fruta a 4 o 5, según el supermercado, incluyendo residuos de productos fitosanitarios aplicados en campo. Algunos supermercados introducen parámetros a cumplir en sus análisis de residuos como que la suma de porcentajes del LMR de los residuos no sea mayor del 80%, o que la suma de los porcentajes de la dosis aguda de referencia de los fungicidas no sea mayor del 80%. Como consecuencia de estas restricciones, los exportadores se encuentran con la problemática de tener que enviar sus cítricos a destinos que, contando con la distribución y vida útil en supermercado, necesitan demasiados días de vida poscosecha como para ser exportados sin la apropiada protección antifúngica. La bajada de dosis de los fungicidas en los tratamientos, las restricciones en el número de materias activas a utilizar, y el veto a algunos de los fungicidas autorizados, hace que los tratamientos que se pueden aplicar sean menos efectivos

y favorece la proliferación a medio plazo de cepas de los patógenos resistentes a los fungicidas.

### **Efectos de la nueva legislación europea: Reglamento (CE) 1107/2009**

Con la promulgación y adopción de la Directiva 91/414/CEE de 15 de julio de 1991, relativa a la comercialización de productos fitosanitarios en la UE se consiguió por primera vez en Europa un marco legislativo armonizado para la evaluación y toma de decisión en la autorización y comercialización de estos productos. En julio de 2011 la Directiva 91/414 fue derogada por el Reglamento (CE) 1107/2009. Como novedades de este Reglamento cabe destacar que su aplicación es inmediata, sin necesidad de trasposición a la legislación nacional de cada uno de los países miembros. Además, la aplicación del Reglamento que antes se limitaba a las materias activas y productos fitosanitarios se extiende ahora también a las sustancias protectoras y sinergistas, y las sustancias a aprobar se clasifican en categorías distintas: sustancias básicas, aprobadas por tiempo indefinido, sustancias de bajo riesgo, aprobadas por 15 años, y sustancias candidatas a la sustitución, aprobadas por un máximo de 7 años. En el Reglamento se establecen nuevas condiciones para la aprobación de sustancias activas consistentes en los denominados 'criterios de corte'. Con estos nuevos criterios se establecen unos estándares de calidad y seguridad más restrictivos para la aprobación de sustancias y la autorización de productos fitosanitarios, ya que no se aprobarán sustancias que por sus características toxicológicas y/o de comportamiento ambiental sean peligrosas para la salud humana o animal y/o para el medio ambiente. Estos criterios de corte se aplicarán en los procesos de evaluación para la renovación de las sustancias activas a partir del año 2016.

### **Estrategias alternativas de control. CINCEP**

Debido a los problemas descritos, y también a otros como la proliferación en algunas centrales de cepas patogénicas resistentes debido al uso masivo y prolongado de las mismas materias activas, existe la necesidad de desarrollar medidas alternativas o complementarias al uso de fungicidas químicos. Esta está siendo en los últimos años una temática importante de investigación en numerosas universidades y centros públicos y privados de todo el mundo. Según su naturaleza, los tratamientos alternativos a los fungicidas pueden ser físicos, biológicos y químicos de bajo riesgo. Siendo no contaminantes, son también poco tóxicos y en general su actividad es más fungistática que fungicida, por lo cual su efectividad y persistencia son limitadas y no pueden igualar a las de los fungicidas convencionales. Por tanto, en este contexto, un control adecuado de las enfermedades no puede basarse únicamente en la aplicación en poscosecha de tratamientos antifúngicos, sino que esta aplicación debe



encuadrarse en una estrategia global de lucha que podemos denominar 'Control integrado no contaminante de enfermedades de poscosecha' (CINCEP; Palou, 2011, 2014).

El CINCEP se basa en un conocimiento profundo de la epidemiología de los patógenos y de los factores que determinan su incidencia en precosecha, cosecha y poscosecha para incidir de forma global sobre el problema actuando sobre cada uno de estos factores en el momento adecuado para minimizar las pérdidas económicas. La posibilidad de aplicar una estrategia de CINCEP requiere dedicar esfuerzos a múltiples frentes de investigación para posteriormente, y para cada caso particular, poder identificar los factores importantes y proponer soluciones de control coste-efectivas. En general, la no utilización de fungicidas en poscosecha requiere prestar mucha mayor atención a actuaciones como el momento y forma de cosecha, discriminación de partidas, limpieza y desinfección de centrales, integración de tratamientos antifúngicos, condiciones de transporte y almacenamiento, etc.

### **Productos antifúngicos alternativos utilizados actualmente en España**

El uso de productos químicos alternativos a los fungicidas de síntesis o químicos de baja toxicidad o bajo riesgo puede ser suficiente para reducir las podredumbres en poscosecha de cítricos a niveles comercialmente aceptables si se dan ciertas condiciones. Por una parte la fruta debe tener una buena calidad de piel y haber sido recolectada y manejada con cuidado para evitar la presencia de heridas por las que se inicie la infección fúngica. Además, las condiciones de limpieza y desinfección en los almacenes que trabajan con este tipo de tratamientos deben ser estrictas, para evitar una presión de inóculo elevada que dificulta en gran medida la eficacia de estos tratamientos alternativos. Una vez confeccionada la fruta, se debe seguir unas condiciones de con-

servación y envío óptimas para evitar infecciones secundarias, y no exceder de un periodo razonable de vida comercial, ya que en la mayoría de ocasiones, la persistencia de los tratamientos alternativos es limitada. Si se dan estas condiciones, los productos alternativos son una buena opción para los productores de cítricos, que normalmente tienen acceso así a mercados que pagan un precio más elevado por la fruta que no lleva residuos de los fungicidas autorizados.

La mayor parte de los antifúngicos alternativos existentes en el mercado, como por ejemplo Deccoplus, Deconature FH, Fruitcare-SK, Greengard-EO-40, etc., son formulaciones de conservantes clasificados como aditivos alimentarios por la legislación europea, como pueden ser sales de ácidos inorgánicos u orgánicos (carbonatos sódicos, sorbato potásico, ...), o de compuestos naturales como aceites esenciales o extractos vegetales. Estos productos se utilizan también como complemento a los fungicidas de síntesis cuando existen restricciones en el número de fungicidas a utilizar y/o no se permiten dosis suficientes de los mismos. En estos casos, la acción complementaria de los productos antifúngicos combinados con algún fungicida puede conseguir que se alcance un nivel de eficacia aceptable contra las podredumbres. Normalmente, estos productos se utilizan de la misma manera que los fungicidas, es decir, se aplican mediante dréncher, en aplicaciones en línea o incluidos en la cera.

Los productos alternativos a los fungicidas de síntesis, supuestamente de menor toxicidad, se comercializaban hasta ahora bajo la clasificación de otros medios de defensa fitosanitaria (OMDF) o fitofortificantes (ORDEN APA 1470/2007). La Orden APA fue derogada por el Real Decreto 951/2014 de 14 de noviembre, el cual establecía un periodo transitorio para la comercialización de este tipo de productos como fitofortificantes. Una vez finalice este periodo transitorio (mayo 2017), todos los formulados y sustancias deberán adecuarse a los Artículos 22 y 23 del Reglamento (CE) 1107/2009, que regulan la aprobación de sustancias activas de bajo riesgo y sustancias básicas, respectivamente. /

### **Agradecimientos**

Agradecemos la financiación del INIA (Madrid) en trabajos sobre productos antifúngicos alternativos y la colaboración de Carolina Prosper (Responsable de Registros, Decco Ibérica) por su asesoramiento en temas de registros y normativas.

### **Referencias bibliográficas**

- Brown, G.E. (1988). Efficacy of guazatine and iminoctadine for control of postharvest decays of oranges. *Plant Disease* 72, 906-908.
- McKay, A.H., Förster, H., Adaskaveg, J.E. (2012). Toxicity and resistance potential of selected fungicides to *Galactomyces* and *Penicillium* spp. causing postharvest fruit decays of citrus and other crops. *Plant Disease* 96, 87-96.
- Palou, L. (2011). Control integrado no contaminante de enfermedades de poscosecha (CINCEP): nuevo paradigma para el sector español de los cítricos. *Levante Agrícola* 406, 173-183.
- Palou, L. (2014). *Penicillium digitatum*, *Penicillium italicum* (Green mold, Blue mold). En: Bautista-Baños, S. (Ed.), *Postharvest Decay. Control Strategies*. Academic Press, Elsevier Inc., London, GB. pp. 45-102.
- Smilanick, J.L., Brown, G.E., Eckert, J.W. (2006). The biology and control of postharvest diseases. En: Wardowski, W.F., Miller, W.M., Hall, D.J., Grierson, W. (Eds.), *Fresh Citrus Fruits*. Florida Science Source, Florida, EE UU. pp. 339-396.
- Tuset, J.J. (1987). Podredumbres de los Frutos Cítricos. *Conselleria d'Agricultura i Pesca. Generalitat Valenciana, València*.